

SISTEM DETEKSI FIBRILASI ATRIUM MENGGUNAKAN *FUZZY INFERENCE SYSTEM* DAN ELEKTROKARDIOGRAM



Disusun oleh :

**KEMAS FAROSI
M0211042**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Agustus, 2016**


**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Sistem Deteksi Fibrilasi Atrium Menggunakan *Fuzzy Inference System* dan
Elektrokardiogram**

**Oleh :
Kemas Farosi
M0211042**

Telah Disetujui Oleh :

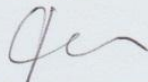
Pembimbing 1



Nuryani, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 19690303 20000 1 001

Tanggal : 27/07/16

Pembimbing 2



Drs. Darmanto, M.Si.
NIP. 19610614 198803 1 002

Tanggal : 29/07/16

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Sistem Deteksi Fibrilasi Atrium Menggunakan *Fuzzy Inference System* dan Elektrokardiogram

Yang ditulis oleh :

Nama : Kemas Farosi
NIM : M0211042

Telah diuji di depan dewan penguji pada

Hari : Senin
Tanggal : 15 Agustus 2016

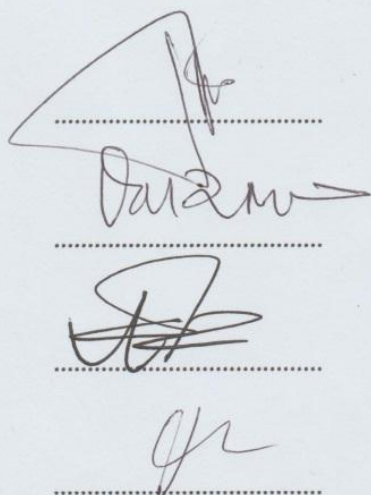
Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji
Mohtar Yudianto, S.Si., M.Si.
NIP. 19800630 200501 1 001

2. Sekretaris Penguji
Darsono, S.Si., M.Si.
NIP. 19700727 199702 1 001

3. Anggota Penguji 1
Nuryani, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 19690303 20000 1 001

4. Anggota Penguji 2
Drs. Darmanto, M.Si.
NIP. 19610614 198803 1 002



Disahkan pada Tanggal 6/9/2016
Oleh

Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si.
NIP. 19721013 200003 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Sistem Deteksi Fibrilasi Atrium Menggunakan *Fuzzy Inference System* dan Elektrokardiogram” adalah hasil kerja saya berdasarkan arahan dari pembimbing saya. Sampai saat ini, menurut sepengetahuan saya, isi dari skripsi saya tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya, jika ada maka telah dituliskan di daftar pustaka skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 2 Agustus 2016

Kemas Farosi

MOTTO

Orang berilmu dan beradab tidak diam beristirahat di kampung halaman. -Imam Syafie-

Jangan takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh. Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagal adalah orang-orang yang tidak pernah melangkah. -Buya Hamka-

Berlelah-lelahlah, karena manisnya hidup terasa setelah lelah berjuang. -Imam Syafie-

Orang keren adalah orang yang melakukan apa yang orang lain tidak lakukan.

PERSEMBAHAN

Teruntukmu kedua pintu surgaku Ibu dan Bapak tercinta, terima kasih atas segala daya dan upayamu baik yang nampak dimataku atau yang tidak nampak dimataku. Semoga pengorbanan itu selalu diiringi dengan langkah perbaikan dalam diriku ini untuk menyelam setiap arti warna kehidupan dan semoga dibalas dengan pintu surga-NYA.

Teruntumu kakak perempuanku, Mayumi Ilma, terima kasih atas seluruh kebaikan yang telah kau berikan. Mudah-mudahan kebaikan itu bisa memperbaiki diriku khususnya dan memperbaiki orang sekitarku.

Teruntuk keluarga besar dari Ibu dan Bapak serta teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungan yang diberikan selama ini.

Terkhusus keluarga yang baruku di tempat perjuangan. Dimulai dari organisasi dan tim yang membuat diri ini harus terus belajar. Semoga cerita di tempat dimana diriku dan dirimu bernaung selalu ada cerita yang menggaung dikala kita merenung tentang waktu itu. Do'aku selalu menggaung untukmu, keluargaku dan aku ucapkan terimakasih untuk semuanya.

Sistem Deteksi Fibrilasi Atrium Menggunakan *Fuzzy Inference System* dan Elektrokardiogram

Kemas Farosi

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Penelitian tentang deteksi fibrilasi atrium (FA) menggunakan elektrokardiogram dan *Fuzzy Inference System* (FIS) telah dilaksanakan. Fitur yang digunakan adalah statistik interval RR yaitu rata-rata interval RR (RR_{ave}) dan standar deviasi interval RR (RR_{std}). Fitur tersebut diekstraksi menggunakan perangkat lunak *processing* 3, sedangkan FIS diimplementasikan pada perangkat lunak MATLAB. Tahapan pada penelitian ini yaitu pengumpulan data, pengolahan sinyal, ekstraksi fitur, pelatihan FIS, pengujian FIS dan penentuan kinerja FIS. Tahap pelatihan FIS dilakukan dengan menggunakan data sebanyak 10% sedangkan tahap pengujian sebanyak 90% dari total keseluruhan data. Optimalisasi arsitektur FIS yang dilakukan berupa variasi pada jumlah fitur, fungsi keanggotaan FIS dan metode defuzzifikasi FIS. Berdasarkan hasil eksperimen, arsitektur FIS terbaik untuk deteksi FA adalah yang menggunakan kedua fitur (RR_{ave} dan RR_{std}) sekaligus dengan fungsi keanggotaan *gaussian* dan metode defuzzifikasi *mean of maxima*. Kinerja pada arsitektur tersebut dinyatakan dengan sensitivitas, spesifitas dan akurasi yang masing-masing secara berurutan bernilai 81,55%, 82,12% dan 81,93%.

Kata kunci : Fibrilasi atrium, interval RR , *fuzzy inference system*

Detection System of Atrial Fibrillation Using *Fuzzy Inference System* and Electrocardiogram

Kemas Farosi

Physics Departement, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

A study about detection of atrial fibrillation using electrocardiogram and fuzzy inference system (FIS) has been succesfully conducted. Statistical features of RR interval is used and they are mean and standard deviation of RR interval. These features are extracted using processing 3 software and the FIS is implemented using MATLAB software. The steps in this reseach are data collection, signal processing, feature extraction, FIS training, FIS testing, and calculation of performance. The FIS training step is performed by using 10% of the data, while the FIS testing step uses 90% of data. FIS architecture is optimized by variation number of features, FIS membership function and defuzzification methods. Based on experimental result, the best FIS architecture in FA detection is which uses both statistical features (RR_{ave} dan RR_{std}) at once, with gaussian membership functions and mean of maxima deffuzification method. The best architecture performances are 81,55%, 82,12% and 81,93% in terms of sensitivity, specificity and accuracy, respectively.

Keywords: Atrial fibrillation, RR interval, fuzzy inference system

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan nikmat yang tidak terhitung sehingga dapat menyelesaikan naskah skripsi ini yang berjudul “Sistem Deteksi Fibrilasi Atrium Menggunakan *Fuzzy Inference System* dan Elektrokardiogram” dapat diselesaikan dengan penuh perjuangan dan kesabaran. Shalawat serta salam yang selalu dihaturkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat, serta umatnya yang semoga istiqomah dijalan yang lurus ini. Izinkan penulis untuk menyampaikan rasa terima kasih sebesar besarnya karena skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak yaitu :

1. Bapak Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Nuryani, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku pembimbing I yang telah penuh kesabaran selama penyusunan skripsi ini sehingga mengerahkan banyak waktu dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Darmanto, M.Si. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan dalam penyusunan dan perbaikan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dra. Suparmi, M.A., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan selalu memberi nasehat selama masa studi penulis.
5. Ibu dan Bapak tercinta, terima kasih atas seluruh doa, bimbingan dan dukungan yang tak terhitung kepada penulis.
6. Kakak tersayang, Mayumi Ilma, terima kasih atas motivasi dan dorongannya terhadap penulis.
7. Teman-teman group riset (Aida, April, Arief, Eka, Mar’atus dan Trio) terima kasih atas segala bantuannya terhadap penulis untuk penyelesaian skripsi ini.
8. Keluarga besar Bengawan Team UNS (Agung, Alam, Andy, Bayu, Bilal, Dicky, Ditya, Olif, Ivan, Makhiyas, Oky, Syarief, Prafitri, Vidi dan Welly) semoga cerita di kota solo, surabaya hingga kota manila tidak tergerus seiring berjalannya waktu.

9. Keluarga muda Tim Robotika UNS (Adam, Aziz, Bangun, Irwan, Oliv, Opta, Reza, Rica, Rio dan Salwa) semoga semua yang penulis dapatkan dan peninggalan tetap abadi dalam bingkai riset dan prestasi tim.
10. Kawan seperjuangan selama kuliah (Agung, Aris, Aziz, Fahmi, Gilang, Hanief, Ikhwan, Laudy, Luqman, Okta, Poundra, dan Putriana).
11. Teman kos pondok ikhwan 3 (Achmad, Bayu, Dicky, Fernando, Latief, Mas Luhur, Nasrullah, Taufik dan Wendy) yang menjadi pelabuhan berbagi dikala awak kapal ini berlelah-lelah.
12. Teman-teman fisika angkatan 2011 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala kebersamaan yang singkat ini.

Semoga Allah SWT membalas atas semua keringat pengorbanan yang bercucuran dengan balasan yang paling baik. Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Namun demikian, penulis berharap semoga karya ini bermanfaat bagi pembaca.

Surakarta, 2 Agustus 2016

Kemas Farosi

PUBLIKASI

No	Judul	Penulis	Jenis Publikasi
1.	Sistem Deteksi Fibrilasi Atrium Menggunakan <i>Fuzzy Inference System</i> dan Fitur Statistik Interval RR Elektrokardiogram	Kemas Farosi, Nuryani, Darmanto	<i>repository</i> digilib FMIPA UNS (published)
2.	Sistem Deteksi Fibrilasi Atrium Menggunakan <i>Fuzzy Inference System</i> dan Elektrokardiogram	Kemas Farosi, Nuryani, Darmanto	Jurnal Fisika dan Aplikasinya (JFA) Juli 2016 (submitted)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN ABSTRAK	vii
HALAMAN ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PUBLIKASI	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR SIMBOL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	3
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Anatomi Jantung	5
2.1.1. Dinding Jantung	5
2.1.1.1. Perikardium	5
2.1.1.2. Miokardium	6
2.1.1.3. Endokardium	6
2.1.2. Katup Jantung	7
2.1.3. Ruang Jantung	7
2.2. Kelistrikan Jantung	8
2.2.1. Sistem Konduksi Jantung	8
2.2.2. Elektrofisiologi Sel Jantung	9
2.3. Elektrokardiografi	12
2.3.1. Gelombang EKG	12
2.3.2. Interval dan Segmen EKG	13
2.3.3. Fibrilasi Atrium	14
2.3.3.1. Gejala FA	14
2.3.3.2. Penyebab FA	14
2.3.3.3. Klasifikasi Penderita FA	15
2.4. <i>Fuzzy Inference System</i>	16
2.4.1. Linguistik <i>Fuzzy</i>	17
2.4.1.1. Semesta Pembicaraan	17

2.4.1.2.	Variabel Linguistik	17
2.4.1.3.	Nilai Linguistik.....	17
2.4.1.4.	Aturan Linguistik.....	18
2.4.2.	Himpunan <i>Fuzzy</i>	19
2.4.3.	Operasi Dasar Himpunan <i>Fuzzy</i>	19
2.4.3.1.	Operasi <i>Not</i>	19
2.4.3.2.	Operasi <i>And</i>	20
2.4.3.3.	Operasi <i>Or</i>	20
2.4.4.	Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	21
2.4.4.1.	Fungsi Keanggotaan Segitiga	21
2.4.4.2.	Fungsi Keanggotaan <i>Gaussian</i>	21
2.4.5.	Implikasi <i>Fuzzy</i>	22
2.4.6.	Fuzzifikasi.....	23
2.4.7.	Mekanisme Inferensi <i>Fuzzy</i>	24
2.4.8.	Defuzzifikasi.....	25
2.4.8.1.	<i>Centroid</i>	26
2.4.8.2.	<i>Bisector</i>	26
2.4.8.3.	<i>Mean of Maxima</i>	26
2.5.	Perangkat Lunak	27
2.5.1.	MATLAB	27
2.5.2.	<i>Processing</i>	27
BAB III	METODE PENELITIAN	28
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2.	Alat dan Bahan	28
3.2.1.	Alat Penelitian	28
3.2.2.	Bahan Penelitian	28
3.3.	Metode Penelitian	28
3.3.1.	Persiapan Data	29
3.3.2.	Pengolahan Sinyal	30
3.3.3.	Ekstraksi Fitur.....	31
3.3.4.	Metode Fuzzy Inference System	35
3.3.5.	Pelatihan FIS.....	37
3.3.6.	Pengujian FIS	37
3.3.7.	Penentuan Kinerja FIS	38
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1.	Data dan Hasil Ekstraksi Fitur.....	41
4.2.	Hasil Optimalisasi pada Pelatihan FIS	47
4.2.1.	Variasi Fitur	47
4.2.1.1.	Fungsi Keanggotaan Optimal Fitur Statistik RR_{ave}	48
4.2.1.2.	Fungsi Keanggotaan Optimal Fitur Statistik RR_{std}	51
4.2.2.	Variasi Fuzzifikasi	54
4.2.2.1.	Kinerja Fungsi Keanggotaan Segitiga	56
4.2.2.2.	Kinerja Fungsi Keanggotaan <i>Gaussian</i>	58

4.2.3. Variasi Defuzzifikasi	59
4.2.3.1. Kinerja Metode Defuzzifikasi <i>Bisector</i>	62
4.2.3.2. Kinerja Metode Defuzzifikasi <i>Mean of</i> <i>Maxima</i>	64
4.3. Pengujian FIS	66
4.4. Perbandingan FIS	67
BAB V PENUTUP	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Interval dan segmen EKG.....	13
Tabel 3.1. Variasi yang dilakukan agar didapatkan arsitektur FIS yang optimal	36
Tabel 3.2. Tipe gelombang EKG dan target keluaran FIS yang diharapkan.....	37
Tabel 4.1. Jumlah segmen data FA dan segmen data normal ekstraksi fitur.....	41
Tabel 4.2. Aturan dasar arsitektur FIS pada variasi fitur untuk fitur RR_{ave}	49
Tabel 4.3. Kinerja fungsi keanggotaan optimal fitur RR_{ave}	49
Tabel 4.4. Aturan dasar arsitektur FIS pada variasi fitur untuk fitur RR_{std}	52
Tabel 4.5. Kinerja fungsi keanggotaan optimal fitur RR_{std}	52
Tabel 4.6. Aturan dasar arsitektur FIS pada variasi fuzzifikasi	56
Tabel 4.7. Kinerja dengan fungsi keanggotaan segitiga	56
Tabel 4.8. Kinerja dengan fungsi keanggotaan <i>gaussian</i>	58
Tabel 4.9. Aturan dasar arsitektur FIS pada variasi defuzzifikasi	62
Tabel 4.10. Kinerja dengan metode defuzzifikasi <i>bisector</i>	62
Tabel 4.11. Kinerja dengan metode defuzzifikasi <i>mean of maxima</i>	64
Tabel 4.12. Kinerja pengujian pada variasi jumlah fitur arsitektur FIS.....	66
Tabel 4.13. Kinerja pengujian pada variasi metode defuzzifikasi arsitektur FIS.....	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Lapisan jantung	5
Gambar 2.2. Perikardium dari sudut pandang anterior	6
Gambar 2.3. Ruang pada jantung	7
Gambar 2.4. Bagian sistem konduksi jantung	8
Gambar 2.5. Grafik aksi potensial sel jantung	10
Gambar 2.6. Fase istirahat sel, depolarisasi dan repolarisasi	10
Gambar 2.7. Aksi potensial dari seluruh sel pada otot jantung membentuk EKG	11
Gambar 2.8. Gelombang elektrokardiogram normal.....	12
Gambar 2.9. Gelombang EKG pada kondisi normal.....	15
Gambar 2.10. Gelombang EKG pada kondisi FA.....	15
Gambar 2.11. Arsitektur sistem FIS	16
Gambar 2.12. Himpunan <i>fuzzy</i> untuk operasi <i>and</i>	20
Gambar 2.13. Himpunan <i>fuzzy</i> untuk operasi <i>or</i>	20
Gambar 2.14. Fungsi keanggotaan segitiga.....	21
Gambar 2.15. Fungsi keanggotaan <i>gaussian</i>	22
Gambar 2.16. Perpotongan antar himpunan yang ditunjukkan titik a dan b	23
Gambar 2.17. Mekanisme inferensi Mamdani (<i>min-max</i>) berdasarkan aturan dasar dengan <i>input</i> dan <i>output crisp</i>	25
Gambar 3.1. Rancangan sistem deteksi FA dalam penelitian	29
Gambar 3.2. Perbandingan gelombang EKG hasil filtrasi <i>baseline</i> dan tanpa filtrasi <i>baseline</i>	30
Gambar 3.3. Algoritma penentuan puncak R	32
Gambar 3.4. Karakteristik interval <i>RR</i> untuk FA dan normal	33
Gambar 3.5. Diagram alir ekstraksi fitur.....	34
Gambar 3.6. Sistem kecerdasan FIS untuk klasifikasi antara FA dan normal.....	34
Gambar 3.7. Optimalisasi dari setiap variasi FIS	39
Gambar 3.8. Tahap pengujian FIS.....	40
Gambar 4.1. Grafik interval <i>RR</i> normal pada pasien 4015, 6995 dan 8405 ...	42
Gambar 4.2. Grafik interval <i>RR</i> FA pada pasien 4015, 6995 dan 8405	42
Gambar 4.3. Perbandingan antara sebelum pengolahan sinyal dan sesudah pengolahan sinyal EKG	43
Gambar 4.4. Distribusi fitur statistik RR_{ave} untuk FA dan normal seluruh pasien.....	45
Gambar 4.5. Distribusi fitur statistik RR_{std} untuk FA dan normal seluruh pasien.....	45
Gambar 4.6. Grafik <i>box plot</i> fitur RR_{ave} untuk normal (0) dan FA (1).....	46
Gambar 4.7. Grafik <i>box plot</i> fitur RR_{std} untuk normal (0) dan FA (1)	46
Gambar 4.8. Arsitektur FIS untuk fitur RR_{ave}	48
Gambar 4.9. Salah satu titik iterasi yang paling optimal pada titik 4930.....	50

Gambar 4.10. Hasil optimalisasi parameter lebar dan titik tengah fungsi keanggotaan <i>gaussian</i> (a) $\widetilde{RR}_{ave_1}^{input}$ (b) $\widetilde{RR}_{ave_1}^{output}$	50
Gambar 4.11. Arsitektur FIS untuk fitur RR_{std}	51
Gambar 4.12. Salah satu titik iterasi yang paling optimal pada titik 5677	53
Gambar 4.13. Hasil optimalisasi parameter lebar dan titik tengah fungsi keanggotaan <i>gaussian</i> (a) $\widetilde{RR}_{std_1}^{input}$ (b) $\widetilde{RR}_{std_1}^{output}$	53
Gambar 4.14. Arsitektur FIS untuk fungsi keanggotaan segitiga	54
Gambar 4.15. Arsitektur FIS untuk fungsi keanggotaan <i>gaussian</i>	54
Gambar 4.16. Salah satu titik iterasi yang optimal pada titik 43338.....	57
Gambar 4.17. Hasil optimalisasi parameter lebar dan titik tengah fungsi keanggotaan segitiga variabel linguistik (a) $\widetilde{RR}_{ave_1}^{input}$ (b) $\widetilde{RR}_{std_1}^{input}$ dan (c) $\widetilde{RR}_{kon_1}^{input}$	57
Gambar 4.18. Salah satu titik iterasi yang optimal pada titik 4501.....	58
Gambar 4.19. Hasil optimalisasi parameter lebar dan titik tengah fungsi keanggotaan <i>gaussian</i> variabel linguistik (a) $\widetilde{RR}_{ave_1}^{input}$ (b) $\widetilde{RR}_{std_1}^{input}$ dan (c) $\widetilde{RR}_{kon_1}^{input}$	59
Gambar 4.20. Titik himpunan <i>crisp</i> hasil defuzzifikasi pada metode inferensi Mamdani	60
Gambar 4.21. Arsitektur FIS untuk metode defuzzifikasi <i>bisector</i>	60
Gambar 4.22. Arsitektur FIS untuk metode defuzzifikasi <i>mean of maxima</i> ...	61
Gambar 4.23. Salah satu titik iterasi yang optimal pada titik 22316.....	63
Gambar 4.24. Hasil optimalisasi metode <i>bisector</i> terhadap parameter lebar dan titik tengah fungsi keanggotaan (a) $\widetilde{RR}_{ave_1}^{input}$ (b) $\widetilde{RR}_{std_1}^{input}$ dan (c) $\widetilde{RR}_{kon_1}^{input}$	63
Gambar 4.25. Salah satu titik iterasi yang optimal pada titik 20313.....	64
Gambar 4.26. Hasil optimalisasi metode <i>mean of maxima</i> terhadap parameter lebar dan titik tengah fungsi keanggotaan (a) $\widetilde{RR}_{ave_1}^{input}$ (b) $\widetilde{RR}_{std_1}^{input}$ dan (c) $\widetilde{RR}_{kon_1}^{input}$	65

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
u	<i>Input crisp</i>	
y	<i>Output crisp</i>	
\mathcal{U}	Semesta pembicaraan <i>input crisp</i>	
\mathcal{Y}	Semesta pembicaraan <i>output crisp</i>	
\tilde{u}	Variabel linguistik <i>input crisp</i>	
\tilde{y}	Variabel linguistik <i>output crisp</i>	
\tilde{A}	Nilai linguistik <i>input crisp</i>	
\tilde{B}	Nilai linguistik <i>output crisp</i>	
μ	Fungsi keanggotaan <i>fuzzy</i>	
M	Jumlah nilai linguistik setiap variabel linguistik	
A	Himpunan <i>fuzzy input</i>	
B	Himpunan <i>fuzzy output</i>	
a	Titik kiri fungsi keanggotaan segitiga	
b	Titik tengah fungsi keanggotaan segitiga	
c	Titik kanan fungsi keanggotaan segitiga	
d	Titik tengah fungsi keanggotaan <i>gaussian</i>	
σ	Lebar fungsi keanggotaan <i>gaussian</i>	
\mathcal{U}^*	Himpunan <i>fuzzy</i> yang mungkin dalam semesta pembicaraan	
\hat{A}^{fuz}	Himpunan <i>fuzzy</i> hasil fuzifikasi	
\mathcal{F}	Operator fuzifikasi	
R	Aturan <i>fuzzy</i>	
y^{crisp}	<i>Output crisp</i> hasil defuzzifikasi	
\hat{b}^{max}	Nilai maksimum hasil inferensi	
\hat{B}^*	Himpunan maksimum baru hasil inferensi	
RR	Interval antar puncak R	mS
p	Indeks data puncak	
RR_{ave}	Fitur statistik rata-rata interval RR	mS
RR_{std}	Fitur statistik standar deviasi interval RR	mS
N_{RR}	Jumlah data pada fitur statistik	
RR_{fitur}	Fitur statistik interval RR	mS
RR_{norm}	Hasil normalisasi fitur statistik interval RR	mS
TP	<i>True positive</i>	
TN	<i>True negative</i>	
FP	<i>False positive</i>	
TN	<i>False negative</i>	
k	Kinerja sistem	
$\widetilde{RR}_{ave_f}^{input}$	Variabel linguistik <i>input</i> fitur statistik rata-rata interval RR ke f	
$\widetilde{RR}_{ave_f}^{input_g}$	Nilai linguistik ke g pada <i>input</i> fitur statistik rata-rata	

$\widetilde{RR}_{ave_f}^{output}$	interval RR ke f Variabel linguistik <i>output</i> fitur statistik rata-rata interval RR ke f
$\widetilde{RR}_{ave_f^g}^{output}$	Nilai linguistik ke g pada <i>output</i> fitur statistik rata-rata interval RR ke f
$\widetilde{RR}_{std_f}^{input}$	Variabel linguistik <i>input</i> fitur statistik standar deviasi interval RR ke f
$\widetilde{RR}_{std_f^g}^{input}$	Nilai linguistik ke g pada <i>input</i> fitur statistik standar deviasi interval RR ke f
$\widetilde{RR}_{std_f}^{output}$	Variabel linguistik <i>output</i> fitur statistik standar deviasi interval RR ke f
$\widetilde{RR}_{std_f^g}^{output}$	Nilai linguistik ke g pada <i>output</i> fitur statistik standar deviasi interval RR ke f
$\widetilde{RR}_{kon_f}^{output}$	Variabel linguistik <i>output</i> kondisi kesimpulan ke f
$\widetilde{RR}_{kon_f^g}^{output}$	Nilai linguistik ke g pada <i>output</i> kondisi kesimpulan RR ke f

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pemrograman pada Pengolahan Sinyal	73
Lampiran 2. Pemrograman pada Ekstraksi Fitur Statistik Interval RR	74
Lampiran 3. Pemrograman pada Normalisasi dan Pengambilan data secara acak.....	99
Lampiran 4. Pemrograman pada Pelatihan pada Kedua Fitur RR_{ave} dan RR_{std} dengan fuzzifikasi <i>Gaussian</i> dan Metode Defuzzifikasi MOM	100
Lampiran 5. Pemrograman pada Pengujian pada Kedua Fitur RR_{ave} dan RR_{std} dengan fuzzifikasi <i>Gaussian</i> dan Metode Defuzzifikasi MOM	104